



TITLE:

異方的19頂点模型の相転移現象(基
研研究会「統計物理の展望」,研究
会報告)

AUTHOR(S):

本田, 泰; 堀口, 剛

CITATION:

本田, 泰 ...[et al]. 異方的19頂点模型の相転移現象(基研研究会「統計物理の展望」,研究会報告). 物性研究 1999, 71(4): 678-679

ISSUE DATE:

1999-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/96520>

RIGHT:

異方的 19 頂点模型の相転移現象

東北大学 大学院情報科学研究科 本田 泰・堀口 剛

概要

異方的相互作用を持つ XY 模型は Onsager タイプと Berezinskii-Kosterlitz-Thouless(BKT) タイプの二つの転移が異なる温度で起こることが知られている。本研究では、この体系と密接な関係を持つ異方的 19 頂点模型の相転移を密度行列繰り込み群の方法を用いて調べ、異方性のパラメータ $\eta < 1$ の領域では XY 模型と同様に二つの転移が存在するが、 $\eta > 1$ の領域は XY 模型と異なり一つの転移しか起こらないことを見いだした。

19 頂点模型はフラストレーションがない場合には、Berezinskii-Kosterlitz-Thouless(BKT) [1, 2, 3] タイプの相転移を示すことが知られている [4, 5]。一方、フラストレーションがある場合には、 Z_2 対称性の自由度と、 $U(1)$ 対称性の自由度が共存し、Onsager タイプとも BKT タイプとも異なる臨界現象の可能性が我々によって指摘された [6]。これらの結果は相互作用に異方性がない体系に対するものである。一方、異方性を持つ XY 模型ではこれら二つの転移が異なる温度で起こることが知られている [7]。

図 1(a) に正方格子上的異方的 19 頂点模型の配置例を示した。相互作用の異方性パラ

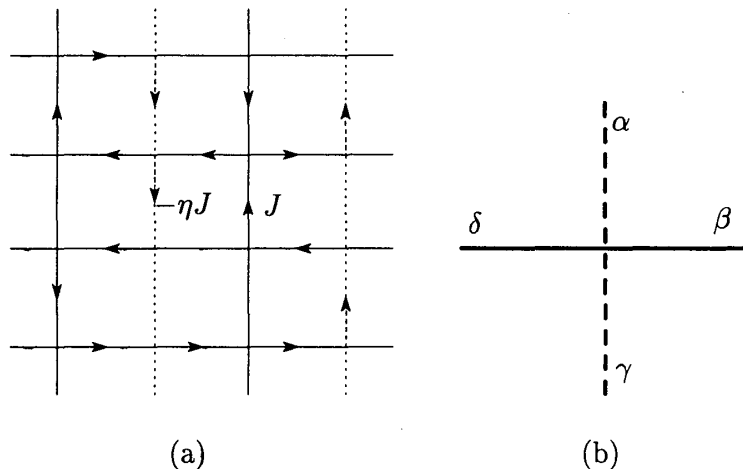


図 1: 異方的 19 頂点模型の配置例

メータを η とする。負の相互作用を含む頂点に対応するボルツマンウェイト $[\hat{W}(\alpha, \gamma)]_{\delta, \beta}$ は

$$[\hat{W}(\alpha, \gamma)]_{\delta, \beta} \equiv (-1)^{|\alpha|} \left(\frac{\eta K}{2} \right)^{\frac{1}{2}(|\alpha| + |\gamma|)} \left(\frac{K}{2} \right)^{\frac{1}{2}(|\delta| + |\beta|)}, \quad (1)$$

$$\alpha, \beta, \gamma, \delta \in \{-1, 0, +1\}, \quad K \equiv J/T \quad (2)$$

で与えられる。ここで、 α, β, γ および δ は図 1(b) に示した一つの頂点に関する四つの矢印変数を表す。

この体系に対して密度行列繰り込み群の方法を適用して, scaled gap x のパラメータ K 依存性を調べた. この量は, 臨界相においてはサイズ依存性を失う. つまり, 体系が無秩序相から臨界相へ転移する点, すなわち BKT 転移点で各サイズに対応する x の値は複数の曲線から一つの曲線に収束する. 一方, Onsager タイプの臨界点では, 複数のサイズに対する x が交差することが知られている. $\eta = 0.6$ の場合の計算結果を図 2(a) に示した.

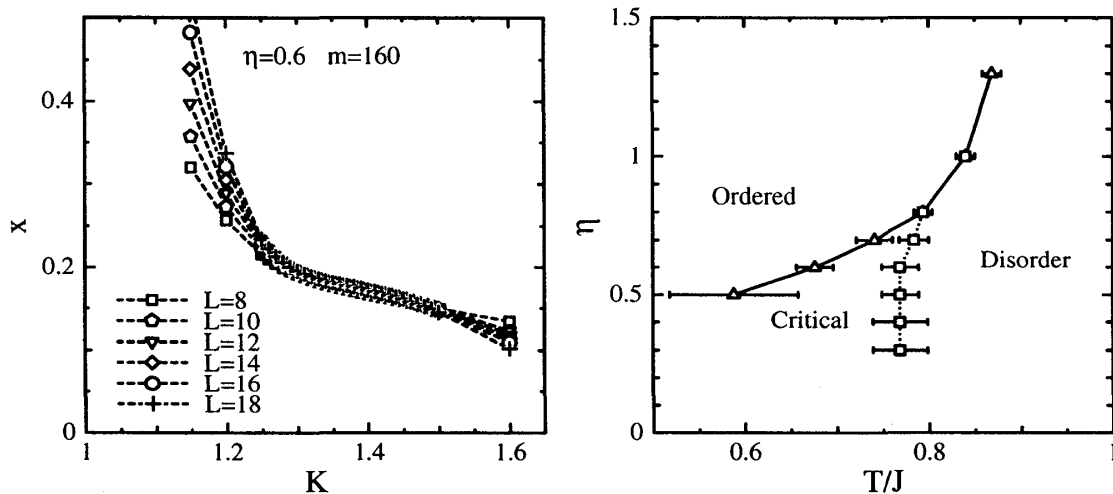


図 2: (a) $\eta = 0.6$ の場合における scaled gap の K 依存性. (b) 相図.

$K \sim 1.30$ と $K \sim 1.47$ 付近に転移点が存在すると考えられる. 他の η の値に対しても同様の計算を行い, それぞれの η の値に対する scaled gap の振る舞いからおよその転移点を見積ることにより得られた相図が図 2(b) である.

$\eta < 1$ の領域では XY 模型と同様に二つの転移が存在するが, $\eta > 1$ の領域ではそれとは対照的に, 一つの転移しか存在しない可能性が見いだされた.

参考文献

- [1] V. L. Berezinskii, Zh. Éksp. Teor. Fiz. **59**, 907 (1970) [Sov. Phys. JETP **32**, 493 (1971)].
- [2] J. M. Kosterlitz and D. J. Thouless, J. Phys. C **6**, 1181 (1973).
- [3] J. M. Kosterlitz, J. Phys. C **7**, 1046 (1974).
- [4] Y. M. M. Knops, B. Nienhuis, H. J. F. Knops and H. W. J. Blöte, Phys. Rev. B **50**, 1061 (1994).
- [5] Y. Honda and T. Horiguchi, Phys. Rev. E **56**, 3920 (1997).
- [6] Y. Honda and T. Horiguchi, Phys. Rev. B to appear.
- [7] B. Berge, H. T. Diep, A. Ghazali and P. Lallemand, Phys. Rev. B **34**, 3117 (1986).